Aus der Abteilung für Kiefer- und Gesichtschirurgie
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. Dr. N. Schwenzer
des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität Tübingen

DRUCKPLATTENOSTEOSYNTHESE AN DER MANDIBULA DES GÖTTINGER MINIATURSCHWEINS

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin

der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von

JENNIFER LORENTZ-SCHANZENBÄCHER geb. Lorentz
aus Heidelberg

1981

Aus der Abteilung für Kiefer- und Gesichtschirurgie
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. Dr. N. Schwenzer
des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität Tübingen

DRUCKPLATTENOSTEOSYNTHESE AN DER MANDIBULA DES GÖTTINGER MINIATURSCHWEINS

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin

der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von

JENNIFER LORENTZ-SCHANZENBÄCHER geb. Lorentz
aus Heidelberg

1981

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Professor Dr. G. Rassner

1. Berichterstatter: Professor Dr. Dr. R. Schmelzle
2. Berichterstatter: Professor Dr. Dr. N. Schwenzer

---

gedruckt bei Fa. H.- J. Köhler , Reprografischer Betrieb , Tübingen

Meiner Mutter gewidmet

Inhaltsangabe Seite

I EINLEITUNG 1

II TIERE UND METHODIK

1. Operationstechnik 3

2. Verwendetes Material 6

3. Präperation und histologische Technik 9

III ERGEBNISSE 14

1. Makroskopische Betrachtung

2. Röntgenologische Betrachtung

3. Histologische Betrachtung

IV DISKUSSION 42

1. Operative Frakturversorgung 42

2. Histologische Ergebnisse 53

V ZUSAMMENFASSUNG 60

VI LITERATURVERZEICHNIS 61

EINLEITUNG

Mit ständiger Zunahme der Verkehrsunfälle im Zuge immer stärker werdender Motorisierung, hat die Versorgung der Schädelverletzungen, die in etwa 72 % der Verkehrsunfallverletzten vorhanden sind, an Bedeutung zugenommen (SCHUMACHER 1975). Rund die Hälfte dieser Kopfverletzungen entfallen auf die Unterkieferfraktur. Prinzipiell bietet sich - wie bei jeder Fraktur - zur Versorgung der Mandibulafrakturen konservative und operative Verfahren an.
Die Wahl des Behandlungsverfahrens muß jeweils individuell abgewogen werden. Die operative Frakturversorgung mittels Osteosynthese bietet den Vorteil der raschen Mobilisierung des Patienten.Dies ist von besonderer Bedeutung bei Fällen, in denen eine intermaxilläre Immobilisation auf Grund von Erkrankungen des Respirationstraktes, schwerer Mehrfachverletzungen, Anfallsleiden oder älteren Patienten mit schlechtem Allgemeinzustand nicht wünschenswert ist (SCHILLI 1975).

Um gute funktionelle Ergebnisse zu erzielen, soll eine exakte achsengerechte Reposition der Frakturteile durchgeführt werden, die bei bestimmten Brüchen nur operativ zu erreichen ist.

Das Tierexperiment ist ein Modell, in dem die Effektivi-

tät verschiedener Operationsverfahren dokumentiert und überprüft werden kann.

Bei Drahtosteosynthese und Osteosynthese mit Platten, die nur eine axiale Kompression der Bruchstellen zuließen, wurde häufig lingual eine Spaltbildung und sekundäre Knochenheilung beobachtet, die schwere Okklusionsstörungen zur Folge hatten.

Aus diesem Grund entwickelte NIEDERDELLMANN eine Osteosyntheseplatte mit 45° Bohrung (sogenannte Freiburger 45° DCP), die dieses Problem vermeiden soll. Die Platte ermöglicht eine Vorspannung sowohl in axialer als auch in einem 45° Winkel dazu. So soll auch im plattenfernen Bereich in Höhe des Alveolarfortsatzes eine Druckzone entstehen, und damit die Möglichkeit zur primären Knochenheilung gegeben sein (NIEDERDELLMANN 1974).

Ziel dieser Arbeit war es, die Stabilität und den Heilverlauf von Unterkieferfrakturen unterschiedlichen Verlaufs, die mit einer DCP 45° Platte versorgt wurden, beim Göttinger Miniaturschwein zu untersuchen.

II TIERMATERIAL UND METHODE

Die in der folgenden Arbeit vorgelegten Untersuchungen wurden am Göttinger Miniaturschwein (Mini Pig) ausgeführt. Die Zwergzüchtung wird deshalb bevorzugt, da sie durch ihre geringe Körpergröße und damit auch geringes Körpergewicht bei der Haltung im Laboratorium große Vorteile gegenüber dem früher oft verwendeten Hausschwein bietet(BEGLINGER 1975; BECKER 1976).

1. Operationstechnik

Die Tiere, deren Gewicht bei 40 kg lag, wurden in Halothan-Lachgas-Narkose operiert. Nach Rasur der Haut, Desinfektion mit Merfen und Abdeckung mit sterilen Tüchern, wurden Haut, Subcutis, Platysma, Masseterschlinge und Periost durchtrennt. Mittels Lindemann-Fräse und Meißel wurden dann die Frakturen gesetzt. Es wurden Frakturen verschiedenen Verlaufs gesetzt und anschließend, wie in folgendem beschrieben, operativ fixiert.

a) (Nr. 13) eine bogenförmige Fraktur innerhalb der Masseterschlinge vom Unterrand des horizontalen Unterkieferastes zum Hinterrand des aufsteigenden Astes, so daß ein fünfmarkstückgroßer Knochenbezirk ausgesprengt wurde. Innerhalb des bogenför-

migen Frakturverlaufes, also senkrecht auf den Unterkieferrand zu, wurde ein 4-Loch DCP 45 angebracht. Der Druckaufbau gelang, die Stellung war zufriedenstellend. Es bestand nur eine geringe Dislokation des Fragmentes nach buccal.

b) (Nr. 22) eine geradlinige Fraktur, ca. 3 cm vom Unterkieferwinkel entfernt. Es entstand ein ca. 2 mm breiter Defekt, der bei der Reposition gewisse Schwierigkeiten bereitete. Die Druckplatte wurde senkrecht zum geradlinig verlaufenden Frakturspalt angebracht. Es gelang, eine gute Stellung und einen guten Druckaufbau zu erzielen.

c) (Nr. 49) eine geradlinig verlaufende Fraktur, die ungefähr 4 cm vor dem Kieferwinkel verläuft. Es wurde reponiert und dann senkrecht zum Frakturspalt verlaufend die 4-Loch 45^{o} DCP angebracht.

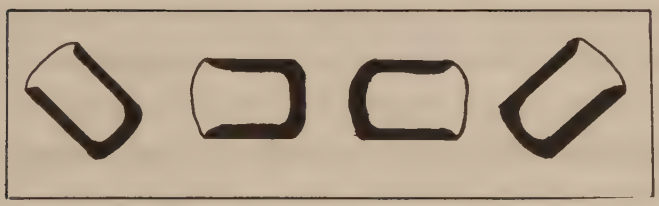
Eine weitere Fraktur wurde nicht mit einer Platte versorgt, sondern in unversorgtem Zustand die Wunde verschlossen.

Legende zu Abb. 1:

Schemazeichnung der dynamischen DCP Platte mit Tusche.

Mitte: Axial konzentrisch ausgerichtete DCP-Löcher zur Druckosteosynthese im Unterkieferkörperbereich.

Seitlich: Schräge DCP-Löcher im 45° Winkel zum Aufbau einer Druckspannung im plattenfernen Alveolarfortsatz.



Bei allen Frakturen erfolgte der Wundverschluß von Periost - Masseter - Platysma und Subcutis mit Chrom-Catgut. Die Hautwunde wurde mit Seide versorgt.

2. Verwendetes Material

Zur Frakturversorgung wurde die Freiburger Osteosynthese Platte aus V4A-Stahl verwendet. Die Bohrungen entsprechen dem dynamischen Druckkompressionsprinzip (dynamisch DCP) der AO (PEREN et al. 1969).
Die Plattenlöcher sind nach dem sphärischen Gleitprinzip gestaltet. (SCHILLI et al. 1973).

Beim Festziehen der Schrauben werden die Fragmente unter Kompression gesetzt. Die mittleren, horizontalen DCP-Löcher ermöglichen eine axiale Druckosteosynthese.
Die äußeren, im 45^{o} Winkel nach oben zur Plattenachse gerichteten DCP-Löcher ermöglichen eine Verspannung in Richtung auf den alveolären Teil des Unterkiefers.
Für die Verschraubung der Platte werden kleine Corticalisschrauben verwendet, die einen Kerndurchmesser von 2 mm und einen Gewindedurchmesser von 2,7 mm aufweisen. Der kugelförmige Schraubenkopf hat einen Innensechskant (NIEDERDELLMANN et al. 1977).(s. Abb. 2)

Nach Untersuchungen von ALLGÖWER (1975) hat sich die Fixation der Fragmente durch Druckverfahren bewährt.
Die hohen statischen Drucke erzeugen keine Umbaureaktion und können so durch optimale Stabilisation der Fragmente eine primäre Knochenheilung ermöglichen.

Es existieren verschiedene Platten, die zur Versorgung von Unterkieferfrakturen verwendet wurden. Die Druckschraubenschiene (LUER 1968,1972, 1973), die DCP-Titaniumplatte mit Drahtzuggurtligatur (AO-SPIESSL 1971), die Fingerplatte (AO), die gegossene Platte (HEIß und GRASSER 1970), die DCP-Winkelplatte (SCHILLI 1972), die DCP-Winkelplatte 45° medial und lateral, die DCP-Winkelplatte 45° lateral und die DCP 45° lateral (NIEDERDELLMANN 1975).

Aufgrund der besonderen anatomischen Situation am Unterkiefer (Zähne, Mandibularkanal), muß bei Unterkieferkörperfrakturen die Platte buccal am unteren Rand und somit nicht an der wie sonst üblichen Zug- sondern auf der Druckseite des Knochens angebracht werden (NIEDERDELLMANN, H. 1974, 1975). Aus diesem Grund ist es postoperativ bei allen Platten zu einer mehr oder weniger starken plattenfernen lingualen Spaltbildung ge-

kommen und damit später zu Okklusionsstörungen. Bei allen herkömmlichen Platten war die Stellung der Löcher horizontal. Durch Anziehen der Schrauben wurde ein Druckaufbau nur in axialer Richtung erreicht, nicht aber auf den plattenfernen Frakturspalt hin. Dies gab Anlaß dazu, eine neue Platte zu entwickeln, die dem entgegenwirken sollte.

Statische Gesichtspunkte führten zur Entwicklung der Freiburger DCP 45° Platte. Bei ihr stehen die mittleren Schraubenlöcher horizontal, die äusseren im 45° Winkel nach oben zur Plattenachse. Die medialen Schrauben ermöglichen einen Druckaufbau in horizontaler Richtung, die lateralen auf den plattenfernen Teil der Fraktur (NIEDERDELLMANN et al. 1974).

Beim Versorgen der Fraktur mit der DCP 45° Platte werden zuerst die inneren Löcher und dann die äußeren gebohrt. Es muß mit niedriger Umdrehungszahl gebohrt werden, um einen Hitzeschaden des Gewebes zu vermieden (SCHILLI, W. 1977).

3. Präparation und histologische Technik

Die mit der DCP 45° Platte versorgten Versuchstiere wurden zu unterschiedlichen Zeitpunkten getötet. An Hand der zu verschiedenen Zeitpunkten gewonnenen Präparate soll der Heilungsverlauf beurteilt werden.

a) Nach 6 Monaten und nach 8 Monaten und 8 Tagen wurden die Schweine getötet ihre Unterkiefer mit Platte entfernt und geröngt. Makroskopisch zeigte sich nach Entfernen der Weichteile, daß die DCP-Platten bei allen Tieren mit Gewebe teilweise überwachsen waren. Dieses Gewebe wurde später mit Hilfe eines Skalpells vorsichtig zur histologischen Untersuchung abgelöst. Sodann wurde der Teil des Unterkiefers, in dem ehemals die Fraktur war, mit der Platte herausgesägt. Es wurde dazu eine Laubsäge verwandt, da bei der hohen Umdrehungszahl, die eine elektrische Säge hat, durch die Hitzeentwicklung Knochenschäden auftreten können.

Die Präparate wurden in einem Gemisch aus 1 ltr Ameisensäure - 1180 ccm Aqua dest. und 500 g Na-Citrat - 2500 ccm Aqua dest., im Verhältnis 1:1, entkalkt. Die Lösung wurde alle 2 Tage gewechselt. Die Entkalkung wurde in dem Bone Decalcifier (Firma Lipshau) durchgeführt. Dieses Gefäß hält durch seine ständige Rotation die Knochenteile immer in

Bewegung und ermöglicht dadurch einen schnelleren Entkalkungsvorgang als beim unbewegten Verfahren.

1-2 Wochen (je nach Stärke des Knochenfragmentes) nach Entkalkungsbeginn wurde von den anentkalkten Knochenteilen mit Hilfe eines Skalpells vorsichtig das über die Platte gewachsene Gewebe abgelöst. Die Platte wurde entfernt, indem die Schrauben mit Hilfe eines Sechskantschraubenziehers gelöst wurden. Die zur histologischen Aufarbeitung noch zu großen Teile wurden mit einem Skalpell geteilt. Jedes Knochenteil wurde nach Markierung in ein separates Netz gegeben und in gleicher Weise weiterentkalkt. Je nach Stärke der Teile war die Entkalkungszeit zwischen 3 und 5 Wochen. Die Konsistenz der Präparate und damit der Grad der Entkalkung wurde mit Hilfe einer Nadel überprüft. Nach Beendigung des Entkalkungsvorganges wurden die Teile in Paraffin eingebettet.

Die histologischen Schnitte wurden mit einem Leitz Schlitten-Mikrotom hergestellt, in das ein d-Messer eingespannt war.

Die erste Schnittserie wurde parallel zur Zahnreihe angefertigt. In jedem Knochenteil wurden Schnitte aus verschiedenen Gebieten und damit in ver-

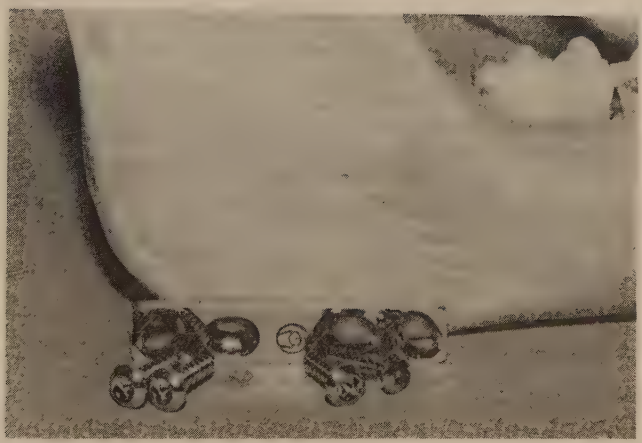


Abbildung 2: Kieferwinkelbereich des Göttinger Miniaturschweines mit der Freiburger DCP 45° Platte und Corticalisschrauben (Text s. S. 6)

schiedener Entfernung zur Platte gewonnen.
Diese Präparate waren g-eignet, die buccalen, plattennahen und die lingualen, plattenfernen Gebiete miteinander zu vergleichen. In gleicher Richtung wurde auch das über der Platte gewonnene Gewebe geschnitten.

Die 2. Schnittserie wurde parallel zur Außenfläche des Unterkieferastes angefertigt. Auch hier wurden Präparate aus Gebieten fern der Platte, in der Nähe und direkt unter der Platte gewonnen.

Die Dickeder Schnitte betrug 8 - 10 µm. Bei einer Probefärbung mit Hämatoxylin erwies sich diese als ungünstig, da sich die Kerne nicht ausreichend anfärbten. Es wurde deshalb Hämalaun-Eosin zur Färbung verwendet.

Rund 700 Schnitte kamen zur histologischen Auswertung. Ihre Beurteilung wurde mit einem Zeiss-Mikroskop bei 2,5-, und 40-facher Vergrößerung vorgenommen.

Um entscheidende Gebiete besser darstellen zu können, wurden Schemazeichnungen angefertigt. Dazu wurde der

Objektträger auf Größe eines Diarähmchens zugeschnitten und in den Rahmen gespannt. Der Projektor wurde so auf den Boden gestellt, daß sein Lichtstrahl schräg nach oben gerichtet war. Indem man eine mit Pergament bespannte Glasplatte im Strahlengang anbrachte, konnte das durch sie hindurchprojizierte Bild mit Tuschestiften verschiedener Stärken nachgezeichnet werden.

Von einigen wichtigen Gebieten wurden zusätzlich mikroskopische Photographien mit dem Photomikroskop der Firma Carl ZEISS angefertigt.

Später wurden Röntgenaufnahmen des isolierten Unterkiefer postmortem angefertigt.

Ergebnisse

Makroskopisch bietet sich nach Entfernen der Weichteile folgendes Bild: Bei allen Tieren ist die Platte zum großen Teil von Knochen überwachsen. Der Knochen bietet im Bereich des ehemaligen Bruchspaltes sowohl auf der buccalen als auch auf der lingualen Seite ein einheitliches Bild. Der Ort der Fraktur ist nicht mehr auszumachen (Abb. 3 - 5). Die Pseudarthrose bietet das Bild zweier Knochenfragmente mit unregelmäßigen Gelenkflächen. Die Fragmente stehen durch lockeres Gewebe, in dem sich auch Schweineborsten befinden, in Verbindung.

Röntgenologisch ist bei dem Tier, bei dem die Fraktur geradlinig 4 cm vor dem Kieferwinkel gesetzt wurde, der Frakturspalt noch sichtbar (Abb. 5).

Bei dem Versuchstier mit der bogenförmigen Fraktur ist nur noch unterhalb der Osteosyntheseplatte der Ort der Fraktur in Form einer Verschattung andeutungsweise zu erkennen (Abb. 7).

Bei dem Versuchstier mit der geradlinig verlaufenden Fraktur, die ca. 3 cm vom Unterkiefer entfernt war, ist der Frakturspalt röntgenologisch nicht mehr nachweisbar (Abb. 8).

Bei dem Tier mit der längsten Überlebenszeit (8 Monate und 8 Tage) lassen die histologischen Schnitte des Gewebes über der Platte genau die Form der Schraubenköpfe und des um sie befindlichen Randes erkennen. Feingeweblich handelt es sich um regelrechtes Knochengewebe mit geformten Haversschen Kanälen, die geordnet sind. Ferner sind arterielle und venöse Blutgefäße zu sehen. Der Knochen ist an den Rändern von Periostsaum begrenzt. Es sind keine Anzeichen einer Entzündung sichtbar (Abb. 9 und 10).

Legende zu Abbildung 3 - 5

Mandibel des Göttinger Miniaturschweins nach Abpräperation der Weichteile.

Abb. 3: Lage der Platte nach Setzen einer bogenförmigen Fraktur vom Unterkieferrand des horizontalen Unterkieferastes zum Hinterrand des aufsteigenden Astes. Platte rechtwinklig zum Frakturspalt.

Abb. 4: Lage der Platte nach Setzen einer geradlinig verlaufenden Fraktur, die 4 cm vor dem Kieferwinkel verläuft. Platte rechtwinklig zum Frakturspalt.

Abb. 5: Lage der Platte nach Setzen einer geradlinigen Fraktur ca. 3 cm vom Unterkiefer entfernt. Platte rechtwinklig zum Frakturspalt.

Die Druckplatten sind zum großen Teil von Gewebe überwachsen.

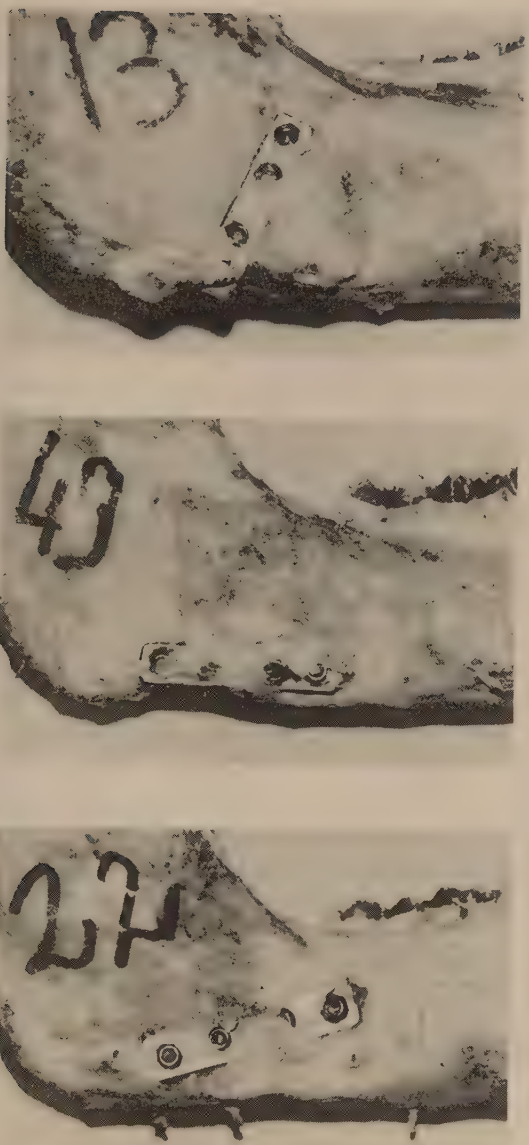


Abb. 3 - 5

Legende zu Abbildung 5 - 8

Abb. 6: postmortal angefertigtes Röntgenbild nach einer Überlebenszeit von 6 Monaten.
Die geradlnige, 4 cm vor dem Kieferwinkel liegende Fraktur ist noch in Form einer Verschattung sichtbar.

Abb. 7: postmortal angefertigtes Röntgenbild nach einer Überlebenszeit von 6 Monaten.
Die bogenförmige Fraktur vom Unterrand des horizontalen zum Hinterrand des aufsteigenden Unterkieferastes ist nur unterhalb der Osteosyntheseplatte in Form einer geringgradigen Verschattung noch andeutungsweise zu sehen.

Abb. 8: postmortal angefertigtes Röntgenbild nach einer Überlebenszeit von 8 Monaten und 8 Tagen.
Die geradlinige Fraktur ca. 3 cm vom Unterkieferwinkel entfernt, ist röntgenologisch nicht mehr nachweisbar.

Abb. 6

Abb. 7

Abb. 8

Abb. 9

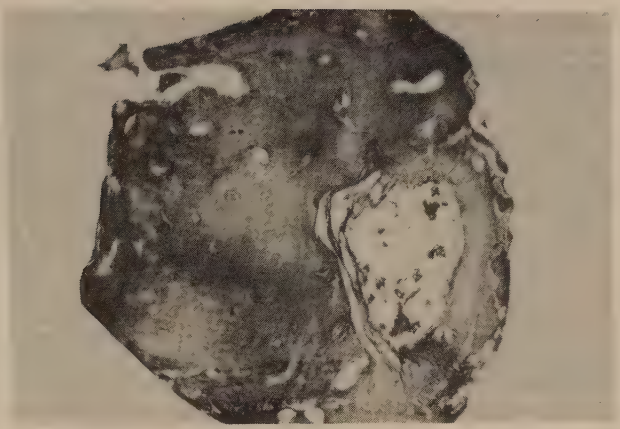


Abb. 10

Legende zu Abbildung 9 und 10

Abb. 9 : Tuscheumzeichnung eines histologischen Schnittes des über den Osteosyntheseplatten befindlichen Gewebes.

1 = Knochengewebe, welches genau die Form des Schraubenkopfes wiederspiegelt.

2 = Knochengewebe in der um den Schraubenkopf befindlichen Rinne.

Abb. 10: Mikroskopische Photographie (ZEISS) mit 2,5 facher Vergrößerung.

Färbung: Hämalaun - Eosin

(Text S. 15)

Die Schnitte parallel zur Zahnleiste zeigen unter der Platte Knochengewebe mit Osteocyten, Haversschen Systemen und Gefäßen. Die Knochenspangen, die sich am Rand der Schraubenköpfe gebildet haben, sind noch teilweise erhalten. Zwischen der äußeren und inneren Cortikalis stellt sich das Mark, da es durch die zur Fixierung verwendeten Chemikalien herausgelöst wurde, als leerer Raum dar, durch den die Bindegewebssepten der Fettzellen ziehen. Die Gebiete über der Platte, plattenfern und am Kieferrand zeigen ebenso regelrechten Knochen. Sowohl in den Präparaten parallel zur Zahnleiste als auch in denen parallel zur Außenfläche des Unterkieferastes sind keinerlei Hinweise für eine Entzündung. Die Stelle der ehemaligen Fraktur ist buccal (im Gebiet der Platte) noch lingual (plattenfern) aufzufinden (s. Abb. 11, 12).

Bei den anderen Versuchstieren blieb die Platte jeweils knapp 6 Monate liegen. Über der Platte zeigt sich bei ihnen sowohl vom makroskopischen als auch vom mikroskopischen der gleiche Aspekt. Es handelt sich um regelrechtes Knochengewebe (s. Abb. 3 - 5).

Bei einem der Versuchstiere, bei dem die Platte 6 Monate lag, gelingt es bei paralleler Schnittführung zur Zahnleiste im Gebiet unter der Platte alle 4 Schraubenlager

ins Bild zu bekommen. Mann kann auf diese Weise die Gewindegänge genau verfolgen und untereinander vergleichen. Alle Schraubenlager sind scharf gezeichnet. Es sind keine Zeichen einer Resorption vorhanden. Bei zwei Schrauben sind im medialen und im lateralen Teil des Gewindeganges in geringem Maße Bindegewebsfasern zu sehen. Die Bindegewebsbildung ist so gering und zudem sowohl im medialen als auch im lateralen Teil des Lagers, daß man nicht von einer Lockerung der Schraube sprechen kann. Bei ihr wäre ausgedehnte Bindegewebsanreicherung vor allem im lateralen Teil des Lagers zu erwarten. Das Bindegewebe ist nicht von Entzündungszellen infiltriert. Zwischen den beiden medialen Schrauben ist sowohl buccal als auch lingual eine geringgradige konkave Einziehung des Knochens sichtbar, die mit reizlosem Bindegewebe aufgefüllt ist. Es handelt sich dabei um collagene Fasern und Fibroblasten. In diesem Bereich sind im Gegensatz zum übrigen Knochen die Haversschen Systeme ungeordnet. Im gesamten Knochen sind Schaltlamellen zwischen den Osteonen und Kittlinien sichtbar. Es scheint sich bei dem konkav eingezogenen Knochenbezirk um den Frakturspalt zu handeln. Dafür spräche auch die Lage zur Platte. Wie bereits erwähnt ist bei diesem Versuchstier auch röntgenologisch der Frakturspalt zu sehen (Abb. 13 - 16).

Bei einem anderen Versuchstier, welches ebenfalls 6 Monate mit der Platte lebte, gelingt es auch auf den Schnitten aus dem Gebiet unter der Druckplatte, die Schraubenlager darzustellen. Es zeigen sich hier ebenfalls eine geringgradige lockere Bindegewebsbildung in einem Fa-l lateral in dem anderen medial und lateral des Schraubenlagers ohne entzündliche Infiltration. Es ist keine Drucknekrose im Bereich der Platte oder der Schrauben nachweisbar. Im Gegensatz zum Versuchstier mit der gleichen Überlebenszeit sind hier in keinem der Schnitte weder buccal noch lingual eine bindegewebige Einziehung oder eine Spaltbildung zu beobachten, die sicher auf die Fraktur schließen lassen könnten.
In den Präparaten aus dem Gebiet unter der Druckplatte sind Haverssche Systeme, die zum Teil ungeordnet sind, zu erkennen, ferner Schaltlamellen, Kittlinien und Übergänge zwischen Faser- und Geflechtknochen. Im Zentrum dieses Gebietes stellt sich eine Gefäßplompe dar, die jedoch im Begriff ist, recanalisiert zu werden. Diese alte Thrombose ist sicher auf Traumatisierung des Gewebes während der Operation oder durch das Setzen der Fraktur entstanden (Abb. 17 u. 18).

Bei den Versuchstieren, die 6 Monate überlebten, ging der Frakturspalt jeweils durch den Bereich eines Zahnes. Auch in diesem Areal zeigt sich keine entzündliche

Infiltration. Die Zähne konnten belassen werden.
Sie behinderten die Heilung nicht.

Legende zu Abbildung 11 und 12

Abb. 11 : Tuscheumzeichnung eines histologischen Schnittes
Schnitt parallel zur Zahnleiste aus dem
Gebiet unterhalb der Osteosyntheseplatte.
1 = linguale Cortikalis
2 = buccale Cortikalis, mit Knochenspange,
die sich um ehemalige Schrauben gebildet
hat.
(Text S. 24)

Abb. 12 : Tuscheumzeichnung eines histologischen Schnittes
Schnitt parallel zur Zahnleiste aus dem
plattenfernen Bereich.
1 = linguale Cortikalis
2 = Spongiose
3 = buccale Cortikalis
(Text S. 24)

Abb. 11

Abb. 12

Legende zu Abbildung 13 - 16

Abb. 13 : Tuscheumzeichnung eines histologischen Schnittes
Schnitt parallel zur Zahnleiste aus dem Gebiet unter der Druckplatte.
1 - 4 = Schraubenlager mit geringgradiger Bindegewebsbildung im lateralen und medialen Anteil.
5 = Konkave bindegewebige Einziehung auf der buccalen Seite der Mandibel.
6 = Konkave bindegewebige Einziehung auf der lingualen Seite der Mandibula.
(Text S. 25)

Abb. 14 : Mikroskopische Photographie (ZEISS), 2,5 fache Vergrößerung.
Schnitt parallel zur Zahnleiste.
Färbung Hämalaun - Eosin.
Konkave bindegewebige Einziehung auf der lingualen Seite der Mandibula.
(Text S. 25)

Abb. 15 : Mikroskopische Photographie (ZEISS), 2,5 fache Vergrößerung.
Schnitt parallel zur Zahnleiste.
Färbung Hämalaun - Eosin.
Schraubenlager mit geringgradiger bindegewebiger Auffüllung lateral und medial.
(Text S. 25)

Abb. 16 : Tuscheumzeichnung eines histologischen Schnittes
Schnitt parallel zur Außenfläche der Mandibel.
1 = konkave bindegewebige Einziehung auf der lingualen Knochenseite.
2 = Cortikalis
(Text S. 25)

Abb. 13

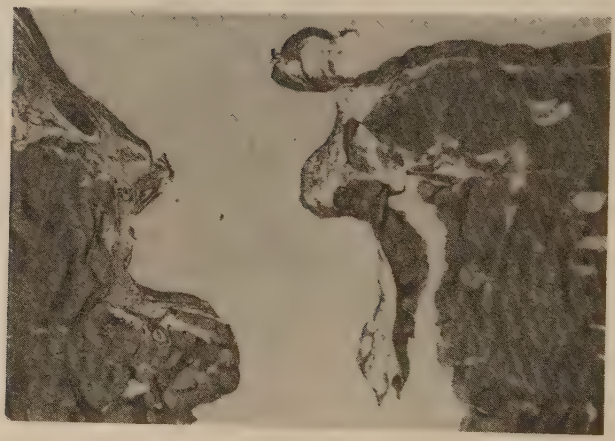
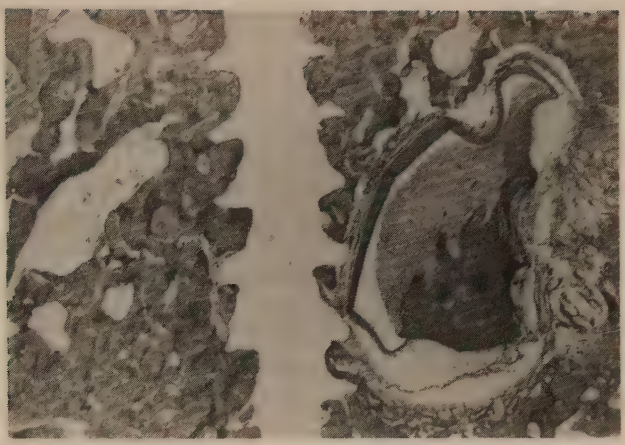


Abb. 14/15

Abb. 16

Abb. 17

Abb. 18



Legende zu Abbildung 16 und 17

Abb. 17 : Tuscheumzeichnung eines histologischen Schnittes
Schnitt parallel zur Zahnleiste aus dem Gebiet unter der Platte.
1 - 2 = Schraubenlager die 1 lateral und 2 medial und lateral leicht mit Bindegewebe aufgefüllt sind.
(Text S. 26)

Abb. 18 : Mikroskopische Photographie (ZEISS), 2,5 fache Vergrößerung.
Teil eines Schraubenlagers, lateral davon Gefäßplombe in Recanalisation begriffen.
(Text S. 26)

Um einen Vergleich zu den mit Druckplatten versorgten Schweinen zu haben, wurde bei einem Tier die Fraktur unversorgt gelassen. Die bei der makroskopischen Prüfung instabilen, durch Bindegwebe locker verbundenen Knochenfragmente, wurden parallel zur Mandibel histologisch aufgearbeitet. Es zeigt sich auf allen Schnitten abgerundeter, durch die Reibung der nichtfixierten Bruchenden nekrotischer Knochen. Die Knochenflächen sind gefäßreich mit Bindegewebe überwachsen. Es sind Fibrocyten, Fibroblasten und Kalkeinlagerungen sowie einige Fremdkörperriesenzellen sichtbar. Das subgingivale lockere Bindegewebe ist entzündlich infiltriert und es besteht eine leuko-lymphozytäre Infiltration. Die Blutgefäße sind im Bereich der Entzündung strotzend hyperämisch. An einer Stelle massiver entzündlicher Infiltrationen scheint sich ein Abszeß auszubilden (Abb. 19 / 20 / 21).

Legende zu Abbildung 19 - 21

Abb. 19 : Tuscheumzeichnung
Pseudarthrose - Schnitt parallel zum Unterkieferast.
1 = subgingivale Bindegewebe mit leuko - lymphozytärer Infiltration.
2 = Durch Reibung abgerundetes Frakturende.
(Text S. 38)

Abb. 20 : Mikroskopische Photographie (ZEISS), 2,5 fache Vergrößerung.
Färbung Hämalaun - Eosin.
Schnitt parallel zur Kieferaußenfläche.
Von Bindegwebe überwachsener Knochen mit zahlreichen entzündlichen Herden.
(Text S. 38)

Abb. 21 : Mikroskopische Ausschnittvergrößerung aus Abb. 19 (6,5 fache Vergrößerung)
Leuko - lymphozytärer Entzündungsherd.
(Text S. 38)

Abb. 19

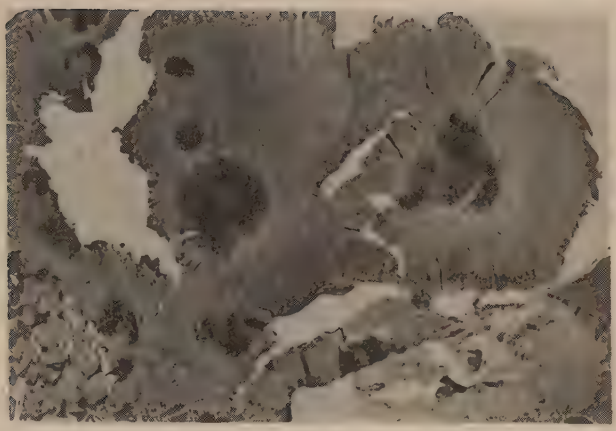


Abb. 20

Abb. 21

Abb. 20/21

DISKUSSION

Operative Frakturversorgung:

Auf Grund der Vielzahl von Problemen und Einschränkungen der konservativen Behandlung von Unterkieferfrakturen sind die Möglichkeiten der operativen Frakturversorgung im Laufe der letzten Jahre zunehmend in den Vordergrund getreten. Laut ALLGÖWER (1975) ist es nicht die unvollständige Heilung des frakturierten Knochens, welcher die Indikation zur Osteosynthese stellen läßt, sondern die Furcht vor permanenten funktionellen und anatomischen Schäden der angrenzenden Gelenke und der umgebenden Weichteile. Die Schäden, auch Frakturkrankheit genannt, resultieren meistens aus langer Immobilisation und damit mangelnden funktionellem Reiz durch Entlastung. Die Osteosynthese dient somit der Verhütung von Spätschäden durch frühe Normalisierung der Funktion.

Die Schweizer Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese hat Materialien und Instrumente zur Verfügung gestellt, welche die fachgerechte operative Stellung und Fixation von Frakturen erlaubt. Anfänglich war man bei der Indikationsstellung zur operativen Frakturversorgung eher zurückhaltend. Der Grund hierfür ist in der besonderen anatomischen Situation des Kiefers zu suchen.

Wegen der Bezahnung und der Lage des Canalis mandibularis ist die Anbringung von Osteosynthesematerial nur buccal am Unterkieferrand möglich. Biomechanisch ist die Druckseite der falsche Ort. Es ist die Gefahr einer Distraktion der Fragmente gegeben (BECKER et. al. 1975).
Infektionsgefahr ist bei jedem operativen Eingriff gegeben. SCHILLI (1977) stellte fest, daß auf Grund der Osteomyelitisgefahr besonders bei Mandibularfrakturen bis vor kurzem eine offene Reposition nicht angeraten wurde, und daß die Nachforschungen der Schweizer Gesellschaft für Osteosynthese gezeigt haben, daß die Infektionsgefährdung direkt abhängig ist von der Beweglichkeit der Fragmente. Selbst Fremdkörper, die fest mit dem Knochen verbunden sind, sollen die Infektionsgefahr nicht erhöhen, wenn das Material biologisch verträglich ist. Da der Knochen nur einen gewissen Druckgrad aushalten kann, muß die Kraft, die zur Fixation notwendig ist, über eine größere Fläche verteilt werden. Unter Zielsetzung der Wiederherstellung der Funktion, der anatomischen und der physiologischen Gegebenheiten, sind eine Vielzahl von Osteosyntheseverfahren entwickelt worden. Ziel jeder operativen Frakturversorgung ist die funktionsstabile Vereinigung der Fragmente unter Druck (DIECKMANN et. al., 1975).
Es ist nur dadurch möglich, eine rasche und komplikationslose Frakturheilung zu erreichen.

An der Tübinger kieferchirurgischen Klinik wird bei komplizierten Unterkiefer Mehrfach- und Trümmerfrakturen erfolgreich die innere Fixation mittels Drahtung durchgeführt (SCHWENZER 1966).
Alternative Verfahren stellen die direkte Knochennaht mit monofilem Stahldraht (FREIHOFER et. al. 1975) oder die axiale Markdrahtung mit Kirschnerdraht nach FRIES (1975) dar.
Als weitere Osteosyntheseverfahren sind noch die extraorale Nagelfixation, der extraorale Schrauben-schienenverband nach BECKER und der Morrische Apparat MAC INTOSH (1975) zu erwähnen.

Druckplattenosteosynthese:

Den operativen Verfahren mit Drahtosteosynthese und der Osteosynthese durch extraorale Schraubenverbände steht eine große Gruppe der Druckplattenosteosynthese gegenüber.

CHAMPY et al. (1975) sehen den Grund der allgemeinen Zurückhaltung gegenüber der Plattenosteosynthese in den technischen Schwierigkeiten begründet. Das Behandlungsergebnis ist ihrer Meinung nach weitgehend von operativen Vorgehen bestimmt.

Das Vorhandensein verschiedenster Plattensysteme deren gemeinsames Ziel es ist, eine stabile Osteosynthese bei Unterkieferfrakturen zu erreichen, erklärt sich aus der besonderen anatomischen Situation am Unterkiefer. Sie macht eine Plattenosteosynthese nicht, wie in der Extremitätenchirurgie üblich, an der Zug-, sondern an der Druckseite des Knochens erforderlich (NIEDERDELLMANN, 1975).

1961 berichteten HOFFER und ARLOTTA über die Versorgung von Unterkieferfrakturen durch Vitalliumplättchen. LUHR (1968, 1972, 1973) entwickelte eine Druckschrauben-

schiene, bestehend aus einer U-förmigen Profilplatte, die dem Unterkieferrand rinnenförmig angelegt wird. Die Plattenlöcher sind exzentrisch, die Schraubenköpfe kegelförmig. Beim Festziehen der Schrauben wird so eine axiale Kompression erreicht. Für Frakturen der mittleren und seitlichen Kinnregion verwendet LUHR gebogene Schienen, für Kieferwinkelfrakturen Druckschrauben-schienen ohne basale Rinne- HAHN und CORGILL (1969) verwendeten ein Metallgitter aus Edelstahl, das mit orthodontischen Zangen exakt dem Knochen angelegt und durch 4 - 6 kleine Schrauben fixiert wird. GRASSER (1970) benutzte zur Osteosynthese im Alterskiefer neben der vorgefertigten eine gegossene Metallplatte.

BEAR et al. (1971) empfehlen die Kombination eines flexiblen Drahtnetzes mit mehreren Osteosuturen und eventuell zusätzlicher intermaxillärer Immobilisation. PAWLOW (1971) verwendete eine vorgefertigte Metallplatte aus Titan bei osteoplastischen Eingriffen. NIEDERDELLMANN und SCHILLI (1972) modofizierten die L-förmige Platte von ROBINSON (1963) und befestigten sie mit Ao-Corticalisschrauben.

GETTER et al. (1972) verwendeten eine Kunststoffplatte aus PLA, die mit Kunststoffschrauben befestigt wird (SONNENBURG, M., 1975).

Als Komplikationen ergaben sich bei diesen Verfahren Entzündungen, Osteomyelitis, Pseudarthrosenbildung, Neuralgien, Narbenbeschwerden und Dislokation der Fragmente nach lingual.

STEINHARDT et al. (1975) wiesen auf die Problematik der Fixation der Fragmente in anatomisch korrekter Position und Okklusion hin. Auf Grund von scherenden Mikrobewegungen kann der gelenknahe Teil adduziert und der gelenkferne abduziert werden. Zusätzlich können seiner Meinung nach spastische Zustände der Mundschließmuskulatur zur Heilungsstörung beitragen. Es kommt dann zur Heilung mit Okklusionsstörung und damit später zu Kiefergelenksbeschwerden oder zur Bildung einer Pseudarthrose.

Die linguale Spaltbildung versuchte SPIESSL mit der Entwicklung seiner DCP - Titaniumplatte und Drahtzuggurtungsligatur (AO - SPIESSL) und mit der DCP - Titaniumplatte und Zuggurtungsplatte zu vermeiden. Das Zuggurtungsprinzip vermittelt nach ALLGÖWER (1975) eine besonders wirksame Stabilität. Es legt das Metall

so, daß es möglichst nur auf Zug beansprucht ist und überträgt die Zugbeanspruchung auf den Knochen. Eine interdentale Fixation des Unterkiefers entspricht ebenfalls den Prinzipien der Zuggurtung, indem diese Fixation die Zugkräfte, welche die Fraktur öffnen wollen, neutralisiert und in Druckkräfte im Knochen verwandelt. Nach Reposition der Fraktur und Fixation der Platte ist nach SPIESSL, SCHROLL (1977) ein Zugband in Form eines Drahtes oder einer Metallplatte nötig, die in der Alveolarregion angebracht werden. Nach Sicherung der Okklusion - intraoperativ mit Ernst'scher Ligatur beim bezahnten, mit intramaxillären Klammern beim zahnlosen Kiefer - erfolgt Reposition und exakte Adaptation der Bruchflächen mit einer speziellen Zange und dann die Anbringung der Zuggurtungsplatte (SPIESSL, 1975).

NIEDERDELLMANN (1975) untersuchte die gebräuchlichsten Platten und ihre Fähigkeit, auftretende Biegezugkräfte im alveolären Bereich aufzufangen. Es erwies sich dabei zwar die von SPIESSL angegebene Zuggurtungsplatte als eines der stabilsten Plattensysteme, man muß aber mit SCHILLI (1975) sagen, daß die Möglichkeit ihrer Verwendung im zahnlosen und teilbezahnten Kiefer begrenzt ist. Hier findet man oft einen stark atrophierten

Alveolarfortsatz, der die Anbringung nicht ermöglicht. Im bezahnten Kiefer hingegen gefährdet die 2. Platte mit ihren Schrauben im Alveolarfortsatz die Wurzeln der Zähne. Hier kommt also nur die Zuggurtung mit Ligatur in Frage, was aber eine intakte Bezahnung voraussetzt.

BECKER et al. (1975 und 1976) sind auf Grund klinischer und experimenteller Erfahrung der Meinung, daß das von SPIESSL und Mitarbeiter 1971 angegebene Zuggurtungsverfahren zur Vermeidung okklusaler Fragmentdistraktion unzureichend ist. Die Zuggurtungsplatte verhindert seiner Meinung nach zwar die okklusale Fragmentdistraktion, aber sie verhindert auch die Kompression der Bruchflächen oberhalb des Drehpunktes im okklusalen Fragmentbereich.

NIEDERDELLMANN und SCHILLI (1972) verwendeten zur Osteosynthese am Unterkiefer eine Winkelplatte, deren kurzer Schenkel in eine in den Knochen gefräste Nut eingelassen wurde. Um die Platte den anatomischen Gegebenheiten des Unterkiefers anpassen zu können und eine Dislokation zu vermeiden, brachten sie V - förmige Ausschnitte im kurzen Schenkel an, die eine Schränkung der Platte in der Längsrichtung ermöglichten und damit die Adaptation an die individuelle Kieferform. Nach Adaptation der Platte

wurden die Gewinde mit dem Instrumentarium der AO in den Knochen vorgebohrt und anschließend die Platte mit Cortikalisschrauben vom Kleinfragmentbesteck fest verschraubt, wobei darauf geachtet wurde, daß die innere Kompakta mit erfaßt wurde.

Da sich aber zeigte, daß bei ausschließlich axialer Schubrichtung der nach dem sphärischen Gleitprinzip gestalteten Plattenlöcher bei der Durckverschraubung im plattenfernen Alveolarkammteil kein Druck aufgebaut werden kann, wurde eine neue Platte nach statischen Gesichtspunkten entwickelt (SCHILLI et al., 1973).
Der Mittelteil mit dem gekerbten Winkelteil hat horizontal eingestellte DCP - Löcher. Sie ermöglichen eine axiale Kompression der Fragmente und dienen der Stabilisierung und Fixierung.
Der Inlayteil soll die Dislokation der eingestellten Fragmente bei Schrägfrakturen verhindern. Bei Querfrakturen kann auf den Inlayteil verzichtet werden (SCHILLI, 1974).

Die äußeren DCP - Löcher sind in einem 45^{o} Winkel nach oben zur Plattenachse gerichtet. Es soll hierdurch eine Vorspannung in Richtung auf den alveolären Teil erzeugt werden, was durch spannungsoptische Untersuchungen und

mit Hilfe elektronischer Wegmessungen an Plexiglasmodellen und mazerierten Unterkiefermodellen bestätigt werden konnte.
Vor Anbringen der Platte wird der Kiefer mit elastischem Gummizug und Oberweserligaturen immobilisiert. Falls eine Reposition nicht möglich ist, wird mit Hilfe der Knochenzange reponiert. Die Feinadaptation der Platte erfolgt mit Knochenzement.

Da im bezahnten Kiefer Frakturen meist durch Alveolen gehen und hier durch die DCP - Platte eine Verengung des erweiterten Paradontalspaltes erreicht wird, können vitale Zähne erhalten bleiben; avitale und verlagerte Zähne werden am Ende der 2. Woche postoperativ entfernt.

BECKER et al. (1976) verglichen verschiedene Osteosyntheseverfahren und fanden dabei heraus, daß die Freiburger Zuggurtungsplatte (NIEDERDELLMANN und SCHILLI, 1972; NIEDERDELLMANN und Mitarb., 1975) bessere Ergebnisse als das Zuggurtungsverfahren nach SPIESSL et al. (1971) erzielt. Seiner Meinung nach ist die Handhabung der Platte aber relativ kompliziert.

NIEDERDELLMANN (1975) untersuchte, inwieweit die gebräuchlichsten Plattensysteme in der Lage sind, auftretende Biegezugkräfte im alveolären Bereich aufzufangen mit dem induktiv berührungslosen Meßverfahren NIEDERDELLMANN und SCHILLI,(1972).
Als Stabilste erwiesen sich in allen Belastungsbereichen die von SPIESSL (1975) angegebene Plattenkombination von Zuggurtungsplatte und Druckplatte und die von NIEDERDELLMANN und SCHILLI (1972) und NIEDERDELLMANN et al. (1974) verwendete Winkelplatte mit DCP-Löchern.

Bessere Ergebnisse in Bezug auf die im plattenfernen Frakturbereich gemessese Druckspannung erzielte die von NIEDERDELLMANN entwickelte DCP 45° Platte, was auch spannungsoptisch gut demonstriert werden konnte. Der Oberrand des Modells zeigte bei axialer Druckverschraubung ein spannungsoptisch intaktives Feld, während bei einer Verspannung in 45° Winkel am oberen Rand Linien, die auf Druckspannung schließen lassen, zu erkennen sind (NIEDERDELLMANN, 1975).

Diskussion der histologischen Ergebnisse:

Hauptziel dieser Arbeit war es, den histologischen Beweis für die Heilung einer mit der Freiburger 45° DCP Platte versorgten Fraktur im Langzeitversuch zu liefern.

Allgemein muß zwischen sekundärer und primärer Frakturheilung unterschieden werden. Die sekundäre Frakturheilung ist durch Entwicklung eines periostalen und endostalen Fixationskallus, durch formverändernde Resorption entlang der Bruchränder und durch Auftreten von Binde- und Faserknropelgewebe im Frakturspalt, das erst sekundär durch Knochen ersetzt wird, gekennzeichnet. Der knöcherne Durchbau erfolgt also nach dem Prinzip der desmalen und chondralen Ossifikation. Dieser Kallus läßt sich auch röntgenologisch nachweisen.

Bei der Definition der primären Frakturheilung wurde als erstes Kriterium das röntgenologische Fehlen periostaler Kallusbildung herangezogen; histologisch das Fehlen von Bindegewebe und Knorpelbildung bei der Überbrückung des Frakturspaltes und die Aktivierung des Haversschen Umbaus innerhalb der Cortikalis.

SCHENK (1975) stellte fest, daß eine genaue anatomische Reposition der Fragmente und eine stabile Fixation unbedingt erforderlich sind, um eine primäre Frakturheilung zu erreichen. Defekte von über 1mm sind seiner Meinung nach nicht mehr primär knöchern zu überbrücken. Sie werden auch unter stabilen Bedingungen nur sekundär verknöchern.

Trotz idealer Adaptation und Kompression werden zwischen den Bruchflächen immer Kontaktzonen und Spalträume nebeneinander vorkommen. Histologisch läuft die Primärheilung hier als Spaltheilung und als Kontaktheilung ab. Bei der Spaltheilung erfolgt zuerst eine knöcherne Überbrückung des Defektes, die durch Einsprossen von Kapillaren, die aus periostalen und endostalen Gefäßen stammen, eingeleitet wird. Die in ihrer Nähe befindlichen pervaskulären Zellen differenzieren sich zum Teil zu Osteoblasten und lagern ab der ersten Woche Knochenmatrix auf die Fragmentenden ab. Nach Auffüllung der Fragmentspalte ist diese röntgenologisch nicht mehr nachweisbar, was nach 3 - 4 Wochen der Fall ist (SCHENK,1975).
Die zweite Phase beginnt mit dem intracortikalen Haversschen Umbaus. Es geht aus von intakten Zellpapulationen und Gefäßen innerhalb der Haversschen Kanäle und von Resorptionskanälen, die vom Periost und von der

Markhöhle aus in die Kompakta eindringen. Die Resorptionskanäle durchwachsen den neu gebildeten Knochen und stellen den ursprünglichen Zustand der Cortikalis wieder her. Eine Erneuerung der Osteone in Längsrichtung kann nur erfolgen, wenn ausreichender Kontakt zu periostalen und endostalen Gefäßen besteht. Die besondere Bedeutung des Periosts bei der Knochenheilung betonen auch DÜKER et al. (1976).

Die Kontaktheilung erfolgt in gleicher Weise wie die 2. Phase der Spaltheilung.

Auch wenn röntgenologisch eine Fraktur konsolidiert erscheint, muß man wissen, daß die Cortikalis in den ersten Monaten noch relativ porös ist. Die Festigkeit nimmt mit zunehmender Auffüllung der Resorptionskanäle im Laufe der Zeit zu.

Auch LUHR et al. (1975) kamen nach histologischen Untersuchungen nach Kompressionsosteosynthese zu diesen Ergebnissen. Sie beschränkten sich allerdings bei ihren Untersuchungen von Unterkieferfrakturen von Hunden auf die Frühphasen der Frakturheilung. LUHR beobachtete bei engen Frakturspalten in der Umgebung der eingesproßten Gefäße primären Lamellenknochen, bei größeren Spaltbreiten bei stabiler Fixation Faserknochen. LUHR et al. (1975)

beobachteten unter Frakturbedingungen keinen primären Durchbau der Frakturspalte in axialer Richtung.
Einen von SCHENK und WILLENEGGER beschriebenen Durchbau in axialer Richtung konnte er nur bei einer Kontrollgruppe nach experimenteller Osteotomie finden.

Das zum Teil die Platten überwachsende Gewebe spiegelt einen Abdruck der Schraubenköpfe wieder. Es handelt sich um reizloses Knochengewebe mit Haversschen Systemen.
Man kann daraus schließen, daß es sich bei den verwendeten Platten und Schrauben um biologisch gut verträgliches Material handelt, welches gut an den Knochen fixiert war und so nicht als Fremdkörper das Knochenwachstum beeinflußte.

Bei dem Versuchstier mit 8 - monatiger Lebenszeit zeigte sich bei den Schnitten parallel zur Zahnleiste unter der Platte als auch Platten nah und fern das Bild eines reizlosen Lamellenknochens, bei dem buccale und linguale Kompakta und Markraum gut voneinander abgegrenzt werden. Weder buccal noch lingual ist die ehemalige Fraktur auszumachen.
Die Kennzeichen instabiler Fixation bei Druckosteosynthese bei zu geringer statischer Vorlast (Kallusbildung oder Knochenresorption und Ersatz durch knorpeliges Binde-

gewebe) können wir nicht finden.

Bei diesem Versuchstier handelt es sich um eine primäre Knochenheilung nach Versorgung einer Mandibulafraktur mit der Freiburger DCP 45° Platte, die 8 Monate und 8 Tage verblieb.

Bei Tieren mit einer Liegedauer von etwa 6 Monaten zeigte sich über den Platten Knochengewebe mit den gleichen histologischen Merkmalen wie bei dem Versuchstier mit 8 - monatiger, Plattenverbleib.

Bei der Schnittführung parallel zur Zahnleiste stellen sich unter der Platte scharfgezeichnete Gewindegänge dar. Wie im Bild zu sehen ist, sind bei den mittleren Schraubenlagern sowohl im medialen als auch im lateralen Teil Bindegewebsfasern zu sehen. Da die Bindegewebsbildung minimal ist und keine Zeichen einer Knochenresorption oder Entzündung auszumachen sind, kann man nicht von einer Lockerung der Schrauben sprechen, wie sie von PREIN et al. (1975) beschrieben wurde. In diesem Fall wäre eine massive Bindegewebsbildung - vor allem im lateralen Teil der Gewindegänge zu erwarten.

Im Bereich zwischen den beiden medialen Schrauben ist lingual und buccal eine konkave bindegewebige Einziehung zu sehen, die aber nicht entzündlich ist. In diesem Bereich sind die Haversschen Systeme ungeordnet. Es sind Schaltlamellen zwischen den Osteonen und Kittlinien sichtbar. Lateral dieses Gebietes sind die Haversschen Systeme geordnet.

Es handelt sich in diesem Fall, wie auch von NIEDERDELLMANN (1977) beschrieben, um eine Fraktur mit Spaltheilungszonen. Kallusbildung ist histologisch sowie auch röntgenologisch hier nicht nachweisbar.

Bei dem Tier, bei welchem die DCP 45° Platte ebenfalls 6 Monate verblieb, bietet sich sowohl über der Platte als auch im Bereich der Schraubenlager ein identisches Bild. Hier ist der ehemalige Frakturspalt allerdings nicht mehr ausfindig zu machen, so daß von primärer Knochenheilung ohne Spaltheilung gesprochen werden kann.

Die Pseudarthrose hingegen bietet histologisch ein völlig normales Bild. Alle Zeichen, die CORN et al. (1975) als Kennzeichen einer manifesten Pseudarthrose darlegte, zeigen sich auch hier: abnorme Beweglichkeit der Fragmente, durch die sich histologisch nachweisbar abgerundete

Frakturoberflächen entwickelt haben; sklerotisch bedeckte Frakturoberflächen, Knochendefekte, die durch schlecht vaskularisiertes leuko - lymphozytär infiltriertes Bindegewebe aufgefüllt sind.

Die histologischen Untersuchungen von Unterkieferfrakturen, die mit der Freiburger Osteosyntheseplatte versorgt wurden, dokumentieren eindrucksvoll, daß im Gegensatz zu dem zum Teil negativen Ergebnissen anderer Autoren bei Anwendung anderer operativer Verfahren (PREIN et al., 1975; SCHARGUS, 1975; BIENENGRAEBER et al., 1975) bei uns in allen Fällen eine primäre Knochenheilung beobachtet werden konnte.

Nach unserer Meinung ist die Freiburger Kompressionsplatte mit 45° Bohrung in der Lage, Unterkieferfrakturen (im bezahnten und unbezahnten Bereich) ohne zusätzliche Mittel stabil zu versorgen.

ZUSAMMENFASSUNG

Am Unterkiefer des Göttinger Miniaturschweins wurden Frakturen unterschiedlichen Verlaufs gesetzt.
Die Versorgung der Frakturen erfolgte mit der Freiburger DCP 45° Platte. Der Heilungserfolg wurde in einer Langzeitstudie auf Grund histologischer, klinischer und röntgenologischer Kriterien beurteilt.

Mittels Röntgenbilder, Schemazeichnungen und mikroskopischen Photographien konnte gezeigt werden, daß eine primäre Knochenheilung in allen Fällen erreicht wurde. Nur in einem Fall war die Fraktur an Hand einer lingualen Einziehung nach Monaten noch nachweisbar.

Die Ergebnisse zeigen, daß die Freiburger DCP 45° Platte in der Lage ist, Frakturen der Mandibula beim Mini Pig ohne zusätzliche Hilfe zu versorgen.

LITERATURVERZEICHNIS

01. ALLGÖWER, M.: Grundsätzliches zur Osteosynthese
Fortschr. Kiefer-Gesichtschir.
XIX, 1-3, Stuttgart:
Thieme 1975.

02. BEAR, S. E., GREEN, R. K. und WENTZ, W. W.:
J. oral Surg. 29, 27-34, (1971).

03. BECKER, R.: Stable Compression Plate
Fixation of Mandibular
Fractures.
BR I Oral Surg, 12 (1), 13-23,
(1974).

04. BECKER, R., MACHTENS, E., LENZ, I.:
Möglichkeiten und Grenzen der
Kompressionsosteosynthese.
Fortschr. Kiefer-Gesichtschir.
XIX, 87-91, Stuttgart:
Thieme 1975.

05. BECKER, R., BROXTERMANN, D., ESSER, E., MEINERS, H. und TOPP, P.:
Indikationsstellung für verschiedene Osteosyntheseverfahren auf der Grundlage klinischer und experimenteller Untersuchungen.
Fortschr. Kiefer-Gesichtschir. XXI, 296-299, Stuttgart: Thieme 1976.

06. BECKER, R., BEGLINGER, R., und STAUFFER, UG.:
Das Göttinger Miniaturschwein als Versuchstier.
2. Mitteilung: Blutbild, Serumelektrolyte, Wasserstoffionenkonzentration und Blutgase.
Res Exp Med, 167, 185-192, (1976).

07. BEGLINGER, R., BECKER, M., EGGENBERGER, E. und LOMBARD, C.:
Das Göttinger Miniaturschwein als Versuchstier.
1. Mitteilung: Literaturübersicht, Zucht und Haltung, Kreislaufparameter.
Res. Exp Med, 165, 251-263, (1975).

08. BIENENGRAEBER, V., HAERTEL, J., SONNENBERG, M. und BIRKE, W. P.:
Vergleichende histologische Untersuchungen verschiedener Osteosynthesemethoden des Unterkiefers.
Zahn Mund Kieferheilkd., 63 (7), 668-675, (1975).

09. CHAMPY, M., WILK, A. und SCHNEBELEN, I. M.:
Die Behandlung der Mandibularfrakturen mittels Osteosynthese ohne intermaxilläre Ruhigstellung nach der Technik von F. X. Michelet.
Zahn Mund Kieferhelkd.,
63 (4), 339-341, (1975).

10. DIECKMANN, J. und NIEDERDELLMANN, H.:
Operative Versorgung von Mehrfachfrakturen im Unterkiefer durch Drahtosteosynthese.
Fortschr. Kiefer-Gesichtschir.
XIX, 97-100, Stuttgart:
Thieme 1975.

11. DÜKER, J., HÄRLE, F. und NIEDERDELLMANN, H.:
Beckentransplantat im Unterkiefer unter belastungsstabilen Verhältnissen im Tierexperiment.
Fortschr. Kiefer-Gesichtschir.
XX, 21-23, Stuttgart:
Thieme 1976.

12. FREIHOFER, H.-P. und SAILER, H.:
Erfahrungen mit der enoralen Drahtosteosynthese bei Unterkieferfrakturen.
Fortschr. Kiefer-Gesichtschir. XIX, 104-106, Stuttgart: Thieme 1975.

13. FRIES, R.:
Technik und Indikation der offenen axialen Markdrahtung bei Unterkieferfrakturen.
Fortschr. Kiefer-Gesichtschir. XIX, 108-109, Stuttgart: Thieme 1975.

14. GANZ, R., PERREN, S. M. und RÜTER, A.:
Mechanische Indikation der Knochenresorption.
Fortschr. Kiefer-Gesichtschir. XIX, 45-48, Stuttgart: Thieme 1975.

15. GETTER, L., CUTRIGHT, D. E., BHASKAR, S. N. und AUGSBURGER, J. K.:
J. Oral Surg, 30, 344-348, (1972)

16. GRASSER, H.: Dtsch. zahnärztl. Zschr.
25, 123-131, (1970)

17. HAHN, G. W. und CORGILL, P. A.:
J. Oral Surg. 27, 180-184, (1969)

18. HOFER, Q. und ARLOTTA, P.:
Dtsch. zahnärztl. Zschr.
16, 807-808, (1961)

19. KRÜGER, E. und RIVAS, L. A.:
Operative Behandlung von
Frakturen des Unterkiefers
im Wachstumsalter.
Fortschr. Kiefer-Gesichtschir.
XIX, 201-203, Stuttgart:
Thieme 1975.

20. LENTRODT, I. und HOLLTJE, W.I.:
Indikationen zur operativen bzw. konservativen Versorgung von Unterkieferfrakturen. Fortschr. Kiefer-Gesichtschir. XIX, 65-68, Stuttgart: Thieme 1975.

21. LUHR, H. G.: Dtsch. zahnärztl. Zschr. 23, 754-755, (1968)

22. LUHR, H. G.: Dtsch. zahnärztl. Zschr.: Die Kompressionsosteosynthese bei Unterkieferfrakturen. Hauser, München (1972)

23. LUHR, H. G.: Dtsch. zahnärztl. Zschr. act. traumat. 3, 165-172, (1973)

24. LUHR, H.-G., MAERKER, R., BUSCH, W. und MOHNHAUPT, K.:
Histologische Untersuchungen zur Frage der primärem Knochenheilung nach Kompressionsosteosynthese. Fortschr. Kiefer-Gesichtschir. XIX, 13-17, Stuttgart: Thieme 1975.

25. MACINTOSH, R.B.: Morrischer Apparat bei der Behandlung des Kieferbruches. Fortschr. Kiefer-Gesichtschir. XIX, 114-116, Stuttgart : Thieme 1975.

26. MERKX, C. A.: Verschiebeosteoplastik bei Pseudarthrose des Corpus Mandibulae. Fortschr.Kiefer-Gesichtschir. XIX, 125-129, Stuttgart : Thieme 1975.

27. MEYER, W. und NEUNER, O.: Frakturbehandlung beim Kinde. Fortschr. Kiefer-Gesichtschir. XIX, 204-206, Stuttgart : Thieme 1975.

28. NIEDERDELLMANN, H.: Elektronische Messungen zur Biomechanik bei Osteosynthesen am Unterkiefer. Fortschr. Kiefer-Gesichtschir. XIX, 42-45, Stuttgart : Thieme 1975.

29. NIEDERDELLMANN, H. und SCHILLI, W. G.:
Funktionsstabile Osteosynthese im Unterkiefer.
Dtsch. Zahnärztl. Z. 27 II, 138-142, (1972),

30. NIEDERDELLMANN, H., SCHILLI, W. und EWERS, R.:
Experimentelle Untersuchungen zur Druckosteosynthese am Unterkiefer.
Research in Exp. Med. 162, 169-174, (1974).

31. NIEDERDELLMANN, H., SCHILLI, W., EWERS, R. und AKUAMOA-BOATENG, E.:
Photoelastic Behavior of Osteosythesis Plates with Different Arrangement of Screw Holes for Mandibular Fractures.
Int. I. Oral Surg, 4 (1), 27-31, Jan (1975).

32. NIEDERDELLMANN, H. und RAHN; B. A.:
Histologische Untersuchungen nach Osteosynthesen am Hundeunterkiefer mit der Freiburger Zuggurtungsplatte.
Fortschr. Kiefer-Gesichtschir. XXI, 309-311, Stuttgart: Thieme 1977.

33. NIEDERDELLMANN, H. und MEYER, H.:
Beitrag zur stabilen Osteosynthese mit 4-Loch-DCP-Platten.
act. traumatol. 7, 343-345, Stuttgart: Thieme 1977.

34. PAWLOW, B. L.: Stomatologija (Moskva) 50, 86-88, (1971)

35. PERREN, S.M., RUSSENBERGER, M., STEINEMANN, S., MÜLLER, M. E., ALLGÖWER, M.:
A dynamic compression Plate.
Acta orthop. scand., suppl. 125, 29 (1969)

36. PFEIFER, G., BUSCH, W. und ROTTKE, B.:
Verlauf und Auswirkung des Therapiewandels bei Frakturen des Gesichtsschädels.
Fortschr. Kiefer-Gesichtschir. XIX, 62-65, Stuttgart: Thieme 1975.

37. PREIN, I., SPIESSL, B., RAHN, B. und PERREN, S.M.:
Frakturheilung am Unterkiefer nach operativer Versorgung.
Fortschr. Kiefer-Gesichtschir. XIX, 17-21, Stuttgart: Thieme 1975.

38. ROBINSON, M. und YOON, Ch.:
BR. J. Oral Surg. 21, 335-341, (1963)

39. SCHENK, R.-K.: Histologie der primären Knochenheilung.
Fortschr. Kiefer-Gesichtschir. XIX, 8-12, Stuttgart: Thieme 1975.

40. SCHILLI, W.: Indikation und Technik der stabilen Osteosynthese im Unterkiefer. Fortschr. Kiefer-Gesichtschir. XIX, 79-82, Stuttgart: Thieme 1975.

41. SCHILLI, W.: Compression Osteosynthesis. Int. I. Oral Surg, 35 (10), 802-808, Oct (1977).

42. SCHILLI, W., NIEDERDELLMANN, H. und EWERS, R.: Probleme der funktionsstabilen Osteosynthese am Unterkiefer. act. traumatol. 3, 173-176, Stuttgart: Thieme 1973.

43. SCHILLI, W. und NIEDERDELLMANN, H.: Functionally Stable Osteosynthesis in the Mandible. Int. I. Oral Surg. 3 (5), 349-352, (1974).

44. SCHMITZ, R., LUHR, H. G. und SCHUBERT, H.:
Indikation, Technik und klinische Ergebnisse der Kompressionsosteosynthese bei Unterkieferfrakturen. (5 Jahre Erfahrungen). Fortschr. Kiefer-Gesichtschir. XIX, 74-79, Stuttgart : Thieme 1975.

45. SCHARGUS, G., SCHROEDER, F., HABERBERGER, W. und VON NORDHEIM, I.:
Experimentelle und histologische Untersuchungen an der Bruchheilung an osteotomierten Kaninchenunterkiefern nach Ruhigstellung der Fragmente durch Drahtnähte und Osteosyntheseplatten. Fortschr. Kiefer-Gesichtschir. XIX, 21-24, Stuttgart : Thieme 1975.

46. SCHUMACHER, G.-H.: Statik und Aufbau des Gesichtsschädels unter Berücksichtigung des Frakturmechanismus. Fortschr. Kiefer-Gesichtschir. XIX, 3-8, Stuttgart: Thieme 1975.

47. SCHWENZER, N.: Das mechanische und biologische Verhalten der Drahtnaht bei der Osteosynthese. Dtsch.zahnärztl. Z. 21, 1266 (1966)

48. SONNENBURG, M.: Zur operativen Behandlung von Unterkieferfrakturen. Stomatol DDR, 25 (10), 673-679, Oct (1975).

49. SONNENBURG M., BIRKE, W.P. und HAERTEL, I.: Indikationsstellung zur Behandlung von Unterkieferfrakturen im Erwachsenenalter. Stomatol DDR, 26 (6), 381-389, Juni (1976).

50. SPIESSL, B.: Funktionsstabile Osteosynthese bei Unterkieferfrakturen. Problematik und Technik Fortschr. Kiefer-Gesichtschir. XIX, 68-72, Stuttgart: Thieme 1975.

51. SPIESSL, B. und SCHARGUS, G.: Das Okklusionsproblem bei der funktionsstabilen Osteosynthese des bezahnten Unterkiefers. Dtsch. Zahn-, Mund- u. Kieferheilk., 57,293 (1971)

52. SPIESSL, B. und SCHROLL, K.: Gesichtsschädel. In: Spezielle Frakturen- und Luxationslehre, Bd. 11, hrsg. von H. Nigst. Stuttgart: Thieme 1972

53. STEINHARDT, G. und SITZMANN, F.:
Mißerfolge bei instabilen
Osteosynthesen am Unterkiefer.
Fortschr. Kiefer-Gesichtschir.
XIX, 119-122, Stuttgart:
Thieme 1975

Ich danke Herrn Prof. Dr. Dr. N. Schwenzer und Herrn Oberarzt Dr. Dr. R. Schmelzle für die Überlassung des Themas und ihre freundliche Unterstützung bei der Anfertigung der Arbeit.

Für die Anfertigung der Fotos danke ich Frau R. Jungblut und Herrn H. Resch.

Lebenslauf

Am 7.4.1951 wurde ich, Jennifer Lorentz-Schanzenbächer, als Tochter des Dr. jur. H. A. Lorentz und seiner Ehefrau Dr. med. Ilse Lorentz, geb. Kwiatkowski, in Heidelberg geboren.

Von April 1957 bis März 1961 besuchte ich die Volksschulen in Bad Neuenahr und Bensheim-Auerbach. Im April 1961 wechselte ich an das Gymnasium in Ahrweiler über. Nach mehrmaligem Wohnungswechsel absolvierte ich im Juni 1971 das Abitur am Mädchengymnasium Lindau/Bodensee.

Im WS 71/72 begann ich mit dem Studium der Biologie und Sport an der Universität Tübingen. SS 74 studierte ich Sport in Göttingen. SS 76 erhielt ich meine Zulassung zum Medizinstudium. Juni 1976 schloß ich das Biologie- und Sportstudium mit dem Staatsexamen ab.

Im April 1977 legte ich die ärztliche Vorprüfung, im April 1978 den ersten Abschnitt der ärztlichen Prüfung in Heidelberg ab.
Im Mai 1979 heiratete ich Dr. med. Peter Schanzenbächer.

1980 absolvierte ich den zweiten Teil der ärztlichen Prüfung in Tübingen.
Am 14.4.1981 beendete ich mein Studium (nach Absolvierung des praktischen Jahres) mit dem dritten Teil der ärztlichen Prüfung in Tübingen.